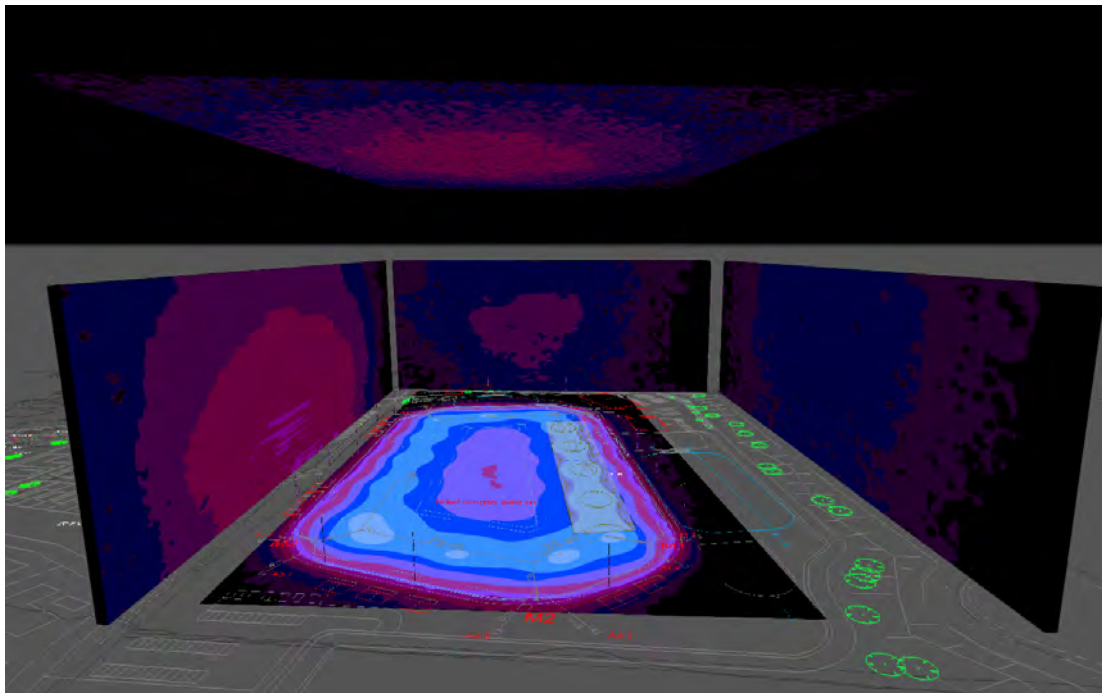


# RAPPORT LJUSUTREDNING

FRITIDSHUS I SKUMMESLÖV AB  
MALMÖ WAKEPARK AB

Detaljplan Skummeslöv  
UPPDRAGSNUMMER 30016987

**LJUSUTREDNING GÄLLANDE BELYSNING FÖR NY WAKEBOARDBANA  
LAHOLMS KOMMUN, HALLANDS LÄN, 2021**



RAPPORT

2021-09-24

Karlskrona

**ANNA MAGNUSSON**

**SWECO SWEDEN AB**

**KRISTOFER LANGERBECK**

1 (15)

## LJUSUTREDNING WAKEBOARD SKUMMESLÖV

## Innehåll

Bakgrund	3
Syfte	3
Förutsättningar	3
Testområde	4
Metod	4
Referens ljusstyrka	5
Utredningen	5
Fastställa armaturtyp	5
Armatortyp A.	6
Armatortyp B	7
Armatortyp C	7
Slutsats	8
Fastställa masthöjd	9
Slutsats	9
Fastställa CC-avstånd master	10
Slutsats	10
Ljussimulering i full skala	11
Slutsats	12
Särskild djurhänsyn	13
Föreslagen belysningsanläggning i relation till internationella riktlinjer	13
Slutsats	14
Rekommendation	15
Belysning & master	15
Styrning	15

## Bakgrund

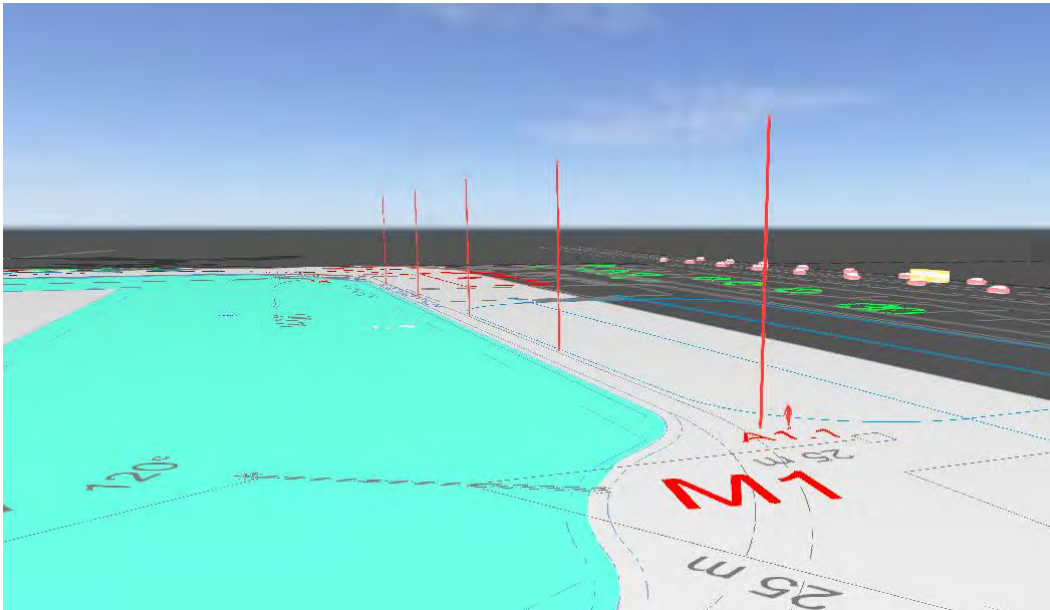
Denna ljusutredning har framställts med anledning av att wakeboardbanan kommer att kunna förses med belysning. Ljusutredningen undersöker den eventuella påverkan belysningsanläggningen får på det kringliggande området. Vilket utgörs av bostadsområdet i väster, naturområdet i norr samt E6:an i öster.

## Syfte

Ljusutredningen syftar till att landa i en rekommendation av armatur som säkerställer en hälsosam boendemiljö i närområdet och inte utgör någon risk för trafikanter på E6:an, samt inte påverkar djurlivet i för stor negativ omfattning. Vidare landar utredningen även i rekommendation av masthöjd samt antal av dessa för minimera dagtida påverkan i landskapsmiljön.

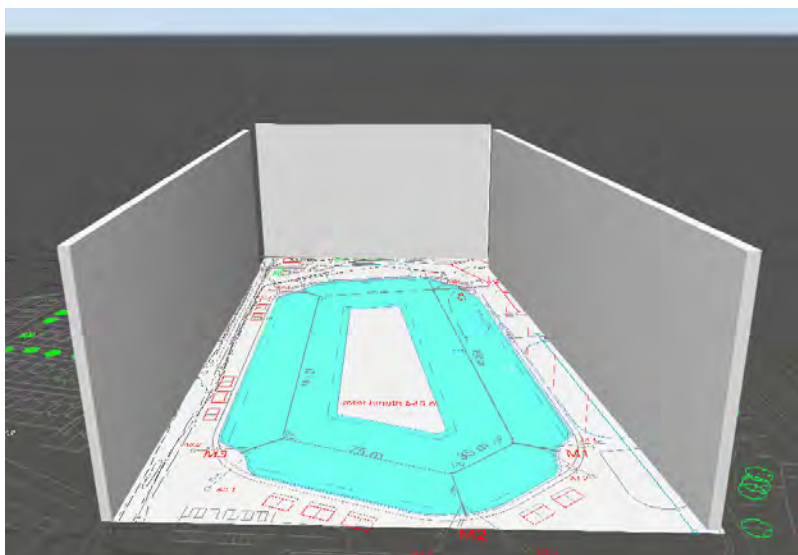
## Förutsättningar

Vattenområdet mäter ca 250x140 meter. Kanalen är 50 meter bred. Masterna antas stå någon meter från vattnet på kanalens yttersidor. Själva åkområdet definieras som 15 meter om vardera sida av vajern. Dvs totalt 30 meter. Resten av vattnet utgör en säkerhetszon. Armaturens ljusmaximum måste ligga i kanalens mitt. Detta innebär att ljusmaximum från armaturen ligger ca 27 meter från masten.



## Testområde

Den östra kanalen, närmast E6:an är mest kritiskt då armaturerna på denna sida måste vinklas upp mot bostadsområdet. Därför ligger den sträcka som grund för utredningen. Ett beräkningsplan av belysningen läggs här centrerad vilken mäter 25x167 meter.



## Metod

Planritning över området matas in i Dialux Evo, ett belysningsprogram för ljusplanering och simulering. För att mäta det vertikala ljuset reses virtuella väggar i väster, öster och norr. Dessa är 100 meter höga. Ett virtuellt tak förläggs också 150 meter upp i luften för att försöka fånga mängden reflekterat ljus. Olika armaturtyper testas på olika stolphöjder. Armaturerna vinklas så att ljuset faller efter verksamhetens behov. Spill-ljus fångas upp och visualiseras av de virtuella väggarna. Ett ljusberäkningsområde skapas också under armaturerna för att bedöma hur ljuset blir i vattnet och med vilken jämnhet.

**Sweco**  
Drottningtorget 14  
Box 286  
SE-201 22 Malmö, Sverige  
Telefon +46 (0)4 016 70 00  
Fax  
www.sweco.se

Sweco Sverige AB  
RegNo: 556767-9849  
Styrelsens säte: Stockholm

Kristofer Langerbeck  
Ljusdesigner

Mobil +46 (0)709 38 69 35  
kristofer.langerbeck@sweco.se



### Referens ljusstyrka

För att kunna förhålla sig ljusstyrka i lux kan man jämföra med att en fullmåne vid klart väder ger ca 0,3 lux över jordens yta. Tillräckligt för att vissa skall kunna läsa.

### Utredningen

#### Fastställa armaturtyp

Aktuella armaturer för att lösa uppgiften kan delas in i tre kategorier.

- A. Flodstrålkastare är kostnadseffektiva men erbjuder som regel liten kontroll över ljusspridningen.
- B. Armaturer för vägbelysning (och arenabelysning) vilka ger ett linjärt längsgående ljus avsett för vägar. Dessa armaturer förutsätter dock att det belysta området skall börja strax intill stolpen. Utredningen avser undersöka om dessa kan vinklas upp utan att störa omgivningen.
- C. Spotlights erbjuder hög kontroll på ljusspridningen och ljusriktningar. Det finns också ofta flera olika tillbehör för ytterligare avbländning vilka kan monteras i efterhand vid behov.



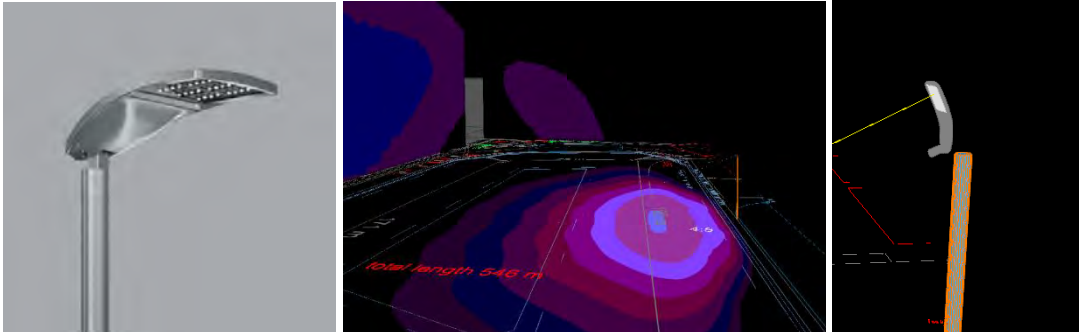
### Armatyrtyp A.

Flodstrålkastare enligt ovan är inte lämpade för denna plats pga bristfällig kontroll av ljusbilden. Simulering indikerar att platsen blir fullkomligt dränkt av okontrollerat ljus.

**Sweco**  
Drottningtorget 14  
Box 286  
SE-201 22 Malmö, Sverige  
Telefon +46 (0)4 016 70 00  
Fax  
www.sweco.se

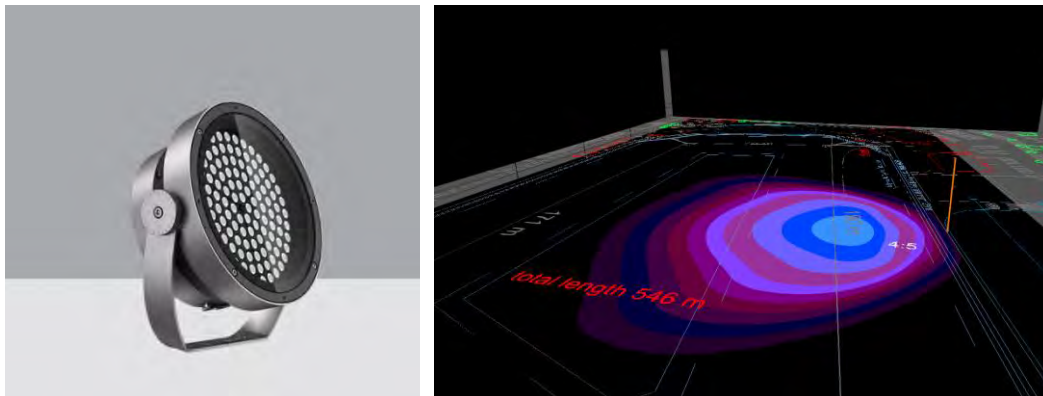
Sweco Sverige AB  
RegNo: 556767-9849  
Styrelsens säte: Stockholm

Kristofer Langerbeck  
Ljusdesigner  
  
Mobil +46 (0)709 38 69 35  
kristofer.langerbeck@sweco.se



### Armatyrtyp B

Som denna typ testas Wow från Iguzzini med 24 390 lumen. Ljusspridningen är i stort antingen djupgående eller långsgående. Djupgående armatur innebär dock ett tätare CC-avstånd mellan stolparna. Därför används långsgående vilket visas på bilden ovan. Ljuskvanten ligger på ca 2 lux i det starkaste området. Dessvärre måste armaturen riktas upp oacceptabelt mycket för att ljuset skall nå in till kanalens mitt. Detta medför oönskat ljus mot bostadsområdet vilket framgår på den virtuella väggen till vänster i den mellersta bilden ovan.



### Armatyrtyp C

Som denna typ testas Agorà från Iguzzini på ca 18 000 lumen och 28 graders spridning vilken vinklas upp 60 grader. Refraktor för elliptisk ljusbild används. Som framgår av bilden ovan är ljusbilden mer kontrollerad än vid armaturtyp B. Ljuskvanten når ca 10 lux i det starkaste området. Ingen belysning når den virtuella väggen vilket indikerar minimal ljusföröring med denna lösning.

**Sweco**  
Drottningtorget 14  
Box 286  
SE-201 22 Malmö, Sverige  
Telefon +46 (0)4 016 70 00  
Fax  
www.sweco.se

Sweco Sverige AB  
RegNo: 556767-9849  
Styrelsens säte: Stockholm

Kristofer Langerbeck  
Ljusdesigner

Mobil +46 (0)709 38 69 35  
kristofer.langerbeck@sweco.se

## Slutsats

Armatyrtyp C är bäst lämpad för verksamheten, en spot på ca 18 000 lumen ger ca 10 lux i sitt ljusaste område. Störningar från direktfallande ljus uteblir både mot bostadsområdet och E6:an. Beroende på verksamhetens behov av belysningsstyrka kan antalet spotlights per stolpe ökas.

---

**Sweco**

Drottningtorget 14  
Box 286  
SE-201 22 Malmö, Sverige  
Telefon +46 (0)4 016 70 00  
Fax  
www.sweco.se

**Sweco Sverige AB**

RegNo: 556767-9849  
Styrelsens säte: Stockholm

**Kristofer Langerbeck**

Ljusdesigner

Mobil +46 (0)709 38 69 35  
kristofer.langerbeck@sweco.se



## Fastställa masthöjd

Masthöjden påverkar landskapet och omgivningen på följande vis:

- Låg masthöjd innebär att armaturerna måste vinklas upp mer eftersom ljuset skall nå in till mitten av kanalen. Detta innebär ökad risk för störande ljus in i bostadsområdet eller E6:an
- Högre masthöjd innebär att armaturen inte behöver vinklas upp i samma utsträckning vilket minskar störande ljus. Ljuset hinner också sprida sig mer innan det når vattnet vilket medger att färre master behövs för att ge bättre jämnare belysning.
- Höga master syns potentiellt mer i landskapet. Detta kan motverkas med en kulör som bättre smälter in. Galvat stål har en naturlig silvergrå färg.

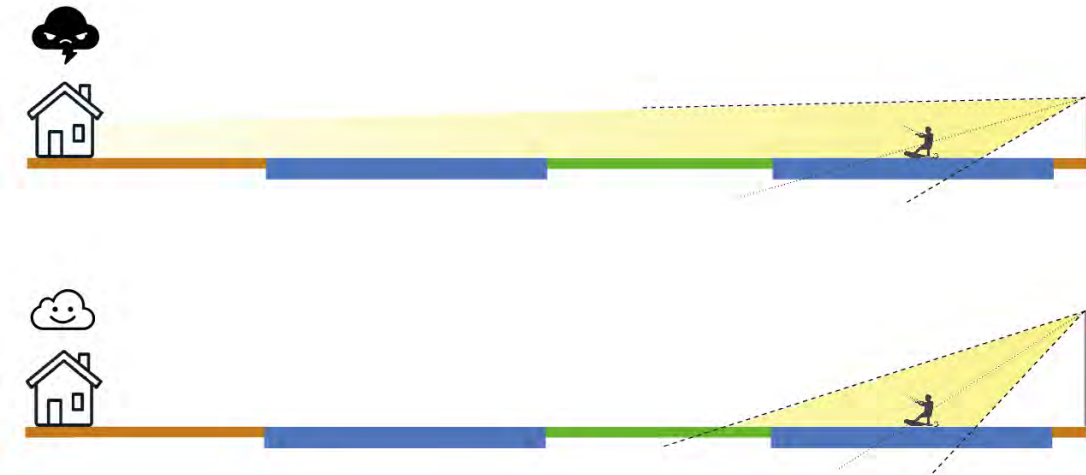


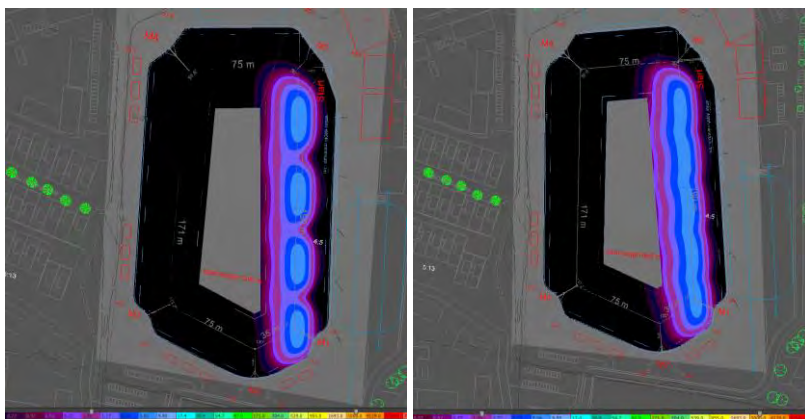
Bild 1. Överst 10 meters mast. Underst 20 meters mast. Bilden är i skala förutom huset och surfaren.

## Slutsats

Högre master kan uppfattas mer störande dagtid i landskapet, men så gör också fler master. Sammantaget blir belysningen dock mindre störande mörkertid på en högre mast. I detta specifika fall är en masthöjd om **20 meter** att föredra vilket också ger en godtagbar ljusbild för verksamheten. Det medför att armaturer inte behöver vinklas upp mer än ca 60 grader vilket minskar störande ljusföroreningar.

### Fastställa CC-avstånd master

Masthöjden (som är fastställd till 20 meter) påverkar CC-avståndet. Ju högre mast desto längre CC avstånd. Vänstra bilden nedan visar ljusbilden från 4 master och den högra bilden visar ljusbilden från 5 master. Det är samma armatur i båda bilderna, Man kan konstatera att 4 master inte ger en tillräckligt jämn ljusbild för verksamheten.

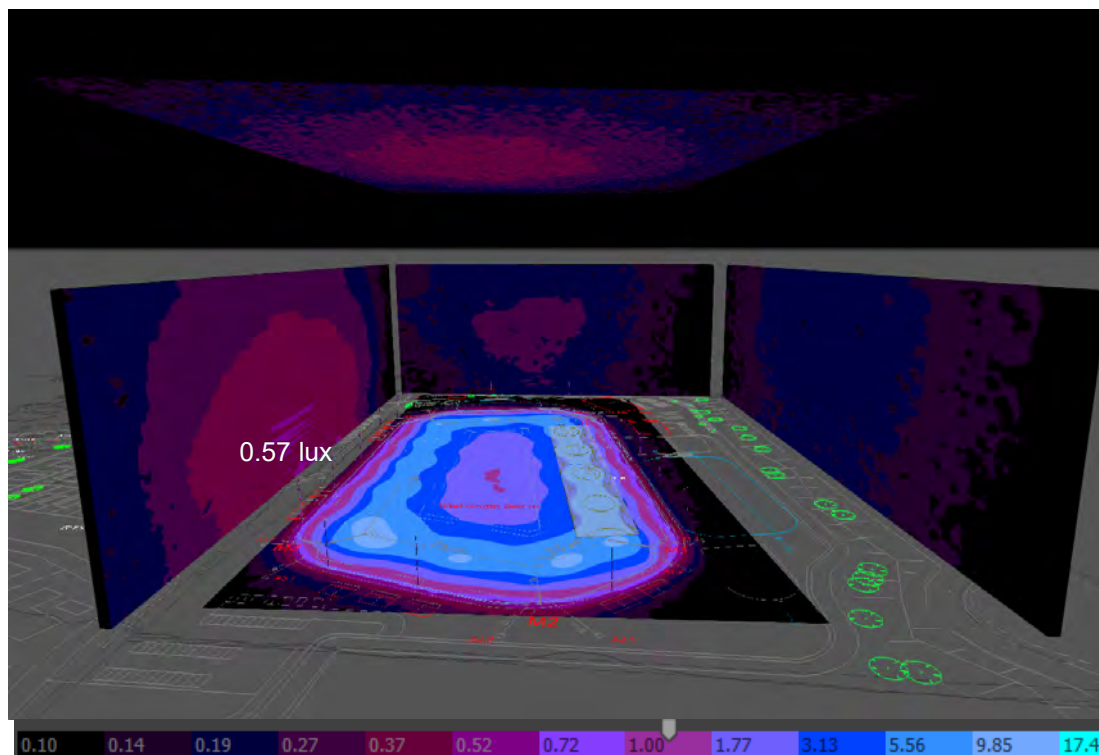


### Slutsats

5 master med ett CC-avstånd på 39 meter behövs på en långsida för att ge en jämn ljusbild.

## Ljussimulering i full skala

Slutsatser kring armatur, masthöjd och cc-avstånd prövas i full skala i simuleringsprogrammet Dialux. Detta för att säkerställa det totala antalet master samt få en bild av det sammanlagda ljus-spillet. Ett beräkningsplan placeras också i kanalens östra långsida som mäter 25 x167 meter. Beräkningsplanet berättar om medelbelysningsstyrkan och ljusets jämnhet och syns som en ljusare rektangel i bilden nedan. Reflektionsfaktorn på vattnet sätts till 38% och transmissionsgraden till 16%. Brytningsindex ligger på 1,5.



Ljus-spillet från den totala anläggningen har ackumulerats vilket syns på de virtuella väggarna. Däremot är nivåerna inte höga. Max belysningsstyrka är 0,57 lux på ett litet område,

Redovisning av beräkningsplan:

Benämning	Medelbelysningsstyrka	Jämnhet
Virtuell vägg i väster (27 m från vattnet)	0,33 lux	0,042
Virtuell vägg i öster (95 m från vattnet)	0,18 lux	0,078
Virtuell vägg i norr (55 m från vattnet)	0,21 lux	0,057
Virtuell himmel (Höjd 250 m)	0,27 lux	0,004
Åkyta östra långsidan	6,3 lux	0,33

## Slutsats

Den totala mängden ljusspill får betraktas som låg men kan ändå minskas ytterligare genom ett avbländningsskydd som finns som tillbehör. Bilden till höger visar ett sådant skydd.

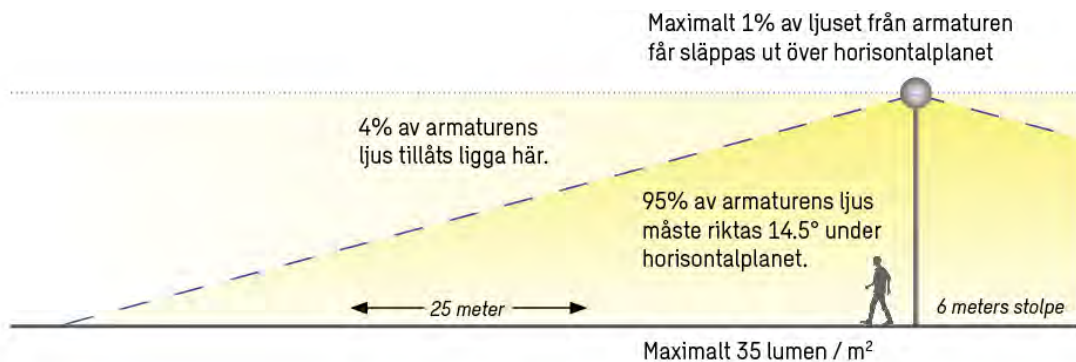
Ljusnivån på åkytan klarar ungefär något som benämns som belysningsklass P4 av Trafikverket. Jämnheten på ljuset är något för låg för att tillfullo klara P4 kravet. P4 är det krav man ställer på tex parkeringsplatser längs belyst väg eller på gångytor mellan busshållplatser.



## Särskild djurhänsyn

Dagens kunskapsläge gör gällande att våra belysningsanläggningar påverkar djurlivet negativt. För att minska denna negativa påverkan finns det en internationell sammanslutning kallat *Dark Sky Associations (DSA)*. Organisationen har tagit fram en rad riktlinjer som flera europeiska länder har lagstadgat. Däribland Frankrike, Italien och Österrike. I korthet vet man idag att en varmare färgtemperatur på en ljuskälla (mätt i Kelvin) har mindre biologisk påverkan på djuren (även på människor). Nedan följer några relevanta exempel från deras riktlinjer:

- Max 1% av armaturens ljus får släppas ut ovanför horisontalplanet
- Max 4% av armaturens ljus får ligga mellan horisontalplanet och på en vinkel av 14,5 grader därunder.
- Max 2700 Kelvin i parker i tätbebyggt område
- Max 2400 Kelvin i naturreservat eller parker i glesbygd
- Max 35 lumen / kvm för att minska andelen reflekterat ljus



## Föreslagen belysningsanläggning i relation till internationella riktlinjer

Armaturtyp C (Agorà ET97 från iGuzzini) är en spotlight med elliptisk refraktionslins på 2200K med ett systemvärde på 14 118 lumen. Femton spotlights används i fullskaletestet. Detta ger ett totalt ljusflöde på 211 770 lumen. Den totala belysta ytan inklusive ön omfattar ca 34 250 kvm.

**Detta ger 6,18 lumen / kvm** vilket är en bra bit under riktlinjen. Exkluderar vi ön på ca 30 000 kvm får vi ca 7,1 lumen / kvm.

Armaturen har en färgtemperatur på 2200K vilket ligger 200 Kelvin under riktlinjen. 2200 Kelvin uppfattas något orange. En fördel med detta är att kontrastförhållande ökar och man får en bättre varseblivning. Av denna anledning är skytteglasögon orangea.

Armaturen är en spotlight med en spridning på 28 grader. Armaturen vinklas upp 60 grader. Detta medför att armaturens ljus faller precis under den rekommenderade vinkeln på 14,5

Sweco  
Drottningtorget 14  
Box 286  
SE-201 22 Malmö, Sverige  
Telefon +46 (0)4 016 70 00  
Fax  
www.sweco.se

Sweco Sverige AB  
RegNo: 556767-9849  
Styrelsens säte: Stockholm

Kristofer Langerbeck  
Ljusdesigner

Mobil +46 (0)709 38 69 35  
kristofer.langerbeck@sweco.se

grader under horisontalplanet. Detta innebär också att **masthöjden på 20 meter är ett absolut minimum**. Lägre masthöjd medför att armaturen måste vinklas upp mer och kommer då inte att uppfylla DSA:s riktlinjer.

### Slutsats

Belysningsanläggningen med Armaturtyp C uppfyller samtliga riktlinjer från DSA.

DSA:s riktlinjer:

<https://www.darksky.org/france-light-pollution-law-2018/>

<https://www.darksky.org/wp-content/uploads/2018/12/IDSP-Guidelines-2018.pdf>

---

**Sweco**

Drottningtorget 14  
Box 286  
SE-201 22 Malmö, Sverige  
Telefon +46 (0)4 016 70 00  
Fax  
www.sweco.se

**Sweco Sverige AB**

RegNo: 556767-9849  
Styrelsens säte: Stockholm

**Kristofer Langerbeck**

Ljusdesigner  
  
Mobil +46 (0)709 38 69 35  
kristofer.langerbeck@sweco.se

## Rekommendation

### Belysning & master

Verksamhetens belysning rekommenderas monteras på **minst 20 meter höga master** längs med kanalens ytterkanter med ett **CC-avstånd på ca 39 meter**.

**Totalt behövs 15 master** för att uppnå en medelbelysningsstyrka på ca 6 lux. Önskas högre ljusstyrka dubblas antalet armaturer per mast.

Masterna i öster kan även användas för armaturer som riktas mot träningsområdet.

För att säkerställa en god miljö för människor och djur måste armaturen vara en spotlight enligt armaturtyp C. I denna utredning används **Agorà ET97 på 2200 Kelvin, spridningsvinkel på 28 grader och med ett ljusflöde på 14 118 lumen tillsammans med refraktor för elliptisk ljusbild**.

Refraktorn är en förutsättning för rekommenderat CC-avstånd skall kunna uppnås.

Armaturen får vinklas upp max 60 grader.

Utöver detta rekommenderas en "snot" för att ytterligare skärma av ljuset mot himmeln samt minska synligheten av lysande punkter för boenden.



Agorà ET97 + refraktor för elliptisk ljusbild + snot (avbländningsskydd)

<https://www.iguzzini.com/et97/>

(Armaturen)

<https://www.iguzzini.com/x506/>

(Refraktorn)

<https://www.iguzzini.com/x504/>

(Snoten)

### Styrning

Det är önskvärt att anläggningen kan ljusstyras. Möjlighet till ljusstyrning är standard i ovan armatur. Ljusstyrning anpassas efter verksamhetens behov men målet är att enkelt kunna sätta på och av belysningen och för att hålla så låg ljusnivå som möjligt.